

新たなテクスチャー評価法を用いた麺類の食感改善

小島登貴子* 堀金明美***¹ 前田竜郎** 仲島日出男* 吉田充***¹ 永澤明***²

Modification of Texture of Noodles using new Valuation Method

KOJIMA Tokiko*, HORIGANE Akemi***¹, MAEDA Tatsuro**, NAKAJIMA Hideo*,
YOSHIDA Mitsuru***¹, NAGASAWA Akira***²

抄録

ゆで麺についてMRIによって求めた水分分布と物性試験のデータ比較をし、テクスチャーの客観的評価のための新たな手法を開発した。ASWと農林61号の小麦粉で作成した麺の特徴を比較し、良好な食感を与える因子を明らかにするために本法を活用した。さらに、MRI測定に加えゆで麺の蛍光顕微鏡による組織観察を行うことで、より詳細な評価が可能となった。

キーワード：MRI法，ゆで麺，テクスチャー，蛍光顕微鏡

1. はじめに

麺(うどん)は古くから日本に定着した食品で、国内産小麦を使用しないと其の独特の風味は得られないと言われてきた。しかし、昭和40年代に国内産小麦の代替として使用された外国産小麦、特にASW(オーストラリアスタンダードホワイト)を原料とした日本麺が食感(テクスチャー)、食味、色ともに日本人の嗜好にマッチしていたため、すっかり見直され、その後日本麺の主原料はこのASWとなった¹⁾。

埼玉県の生麺類(そばや中華麺を含む)生産量は、全国1位で、10%のシェアとなっている(平成14年)。また、小麦生産量は全国4位(シェア3%)である(平成15年)。品種としては90%以上が農林61号で、新品種のあやひかりの生産量

がこれに次ぐ。しかし、食感のみならず品質安定性、製麺製において優れているASWは県内でも広く麺用粉として用いられ、農林61号やあやひかりの地粉の使用は限られたものになっている。

麺の品質には、原料の小麦粉の性質が大きく影響することはもちろん、それと共に、製麺および加熱調理によるデンプンの糊化、タンパク質の変性加えて水分分布が影響を与える。

これまで我々は、この麺内の水分分布を、NMRマイクロイメージング(以下MRIと略す)を用いて求める方法を検討した²⁾⁻⁴⁾。その結果、小麦粉糊化試料における水分とプロトンのスピン-スピン緩和時間(T_2)をもとに作成した検量線を使って、麺内の水分分布やその変化を迅速に測定することが可能になった。

そこで本研究では、テクスチャーの評価のためにMRIを用いた新たな評価法を開発し、麺類の食感改善を図るために、良好な食感をもつ麺の条件を明らかにすることを目指した。そのため、ASWと農林61号の小麦粉で作成した麺について

* 北部研究所 生物工学部

** (株)日清製粉グループ本社 基礎研究所

***¹ 独立行政法人 食品総合研究所

***² 埼玉大学 理学部

MRI 法によって求めた T_2 map と物性試験の比較を行い、テクスチャー評価のために有用な因子の抽出を行うとともに、ゆで麺の組織観察を行いこれらの裏付けを行うこととした。

2. 実験方法

2.1 MRI 測定

2.1.1 製麺およびゆで条件

ASW および農林 61 号の小麦粉としてそれぞれ、市販粉 A (水分 14.4%、タンパク質含量 9.2%、灰分 0.36%) および N (同それぞれ 13.8%, 8.9%, 0.38%) を用いた。小麦粉 200g、加水 36% (対粉)、食塩添加 2% (同) で製麺した。麺帯はロールギャップ 4 mm で複合 2 回後 1 時間熟成し、圧延 3 回 (ロールギャップ 3.5 - 3.0 - 2.5 mm) 後、切刃 10 番を用い、幅約 3 mm 長さ 25cm の麺とした。

500 ml のトルビーカーに 300 ml の蒸留水を入れ、時計皿でふたをして電熱ヒーターを用いて加熱した。沸騰後生麺約 20g を投入し、所定の時間ゆでた後、流水で 1 分間冷却後ざるで水を切り、表面の水を紙タオルで軽くとり、測定に供した。

2.1.2 ゆで麺の T_2 測定条件

1 回の測定につき、ゆで麺 2 本を専用のホルダーにのせ、MRI (Bruker DRX300WB) により麺線の横断面における multi-echo 画像を、ゆで上げ後約 10 分と 60 分後に測定した。 T_2 画像は 32 枚の multi-echo 画像より FIT パッケージを用いて求めた。繰り返し時間を 3 s、エコータイムを 4.5 ms ~ 144 ms、測定視野を 12.8 x 6.4 mm²、マトリクスを 128 x 64、スライス厚を 1 mm とした。面分解能は 100 μ m、1 回の測定時間 3 分 12 秒であった。

2.2 物性測定

ゆで時間 10 分の A の麺と、ゆで時間 10 分および 12 分の N の麺について、ゆであげ後 10 分および 60 分後に (株)山電製レオナー (RE-33005) を用い、圧縮試験を行った。ゆで麺を 4 ~ 5cm に切り、麺の幅をデジタルノギスで計った後、先端の幅 1 mm の V 型プランジャーに対して、垂直方向になるように試料台に置き、0.1 mm/sec で試料

台を上昇させた。麺線の変形率 90% まで垂直に圧縮し応力変位曲線を得た。ゆで後の所定の時間に 10 分以内で 3 回の繰り返し測定を行った。60 分後の試料については、プラスチック製シャーレ内に数本並べ密閉し、室温で放置した。

2.2 蛍光顕微鏡による組織観察

麺を 5 mm の長さに切り、あらかじめコンパウンドを入れた容器に垂直に 6 本ずつ入れ、急速凍結させた。クライオスタットにより一定の厚さで切り出し、スライドガラス上で風乾させて切片を作成した。同一条件について 5 枚のスライドを作成した。このうち 1 枚のスライドを抽出し、一定濃度に希釈した蛍光染色液により染色し、余分な染色液を水で洗い流し風乾させたのち、蛍光顕微鏡により 100 倍と 200 倍で観察を行った⁷⁾。

3 結果および考察

3.1 ゆで麺の T_2 map

A と N のゆで麺について、MRI 測定の結果得られた T_2 map を図 1 に示す。A の麺は、ゆで時間 10 分で適度の食感となった。これまでの研究から T_2 は水分を反映することが明らかにされており、 T_2 map からゆで水の浸透の様子が観察される。ゆであげ後 10 分において、N の麺 (図 1 b) は、A の麺 (図 1 a) と比べて麺表面の水分含量の高い層が薄く、中心部へのゆで水の浸透が遅いことが示された。また N の麺は、12 分ゆでても A の 10 分ゆでより中心部に T_2 が 10 ms 以下の低水分部分が長く観察された (図 1 c)。

ゆで上げてから、60 分経過後にはどの麺においても、表面での T_2 値の減少と中心部の値の上昇が観察された。A の麺では表面の水分含量の高い層が比較的厚いまま保たれている (図 1 d) のに対して、N の 10 分ゆでの麺は、高い水分含量の層が減少している (図 1 e)。N の 12 分ゆでの麺では、N の 10 分ゆでに比べてこの層が厚いが、A の麺に比べるとやや薄くなっている (図 1 f)。一方、中心部の低水分領域については、N の 10 分ゆで、N の 12 分ゆで、A の 10 分ゆでの順に大きく、ゆであげ 10 分後と同様な傾向となっている。

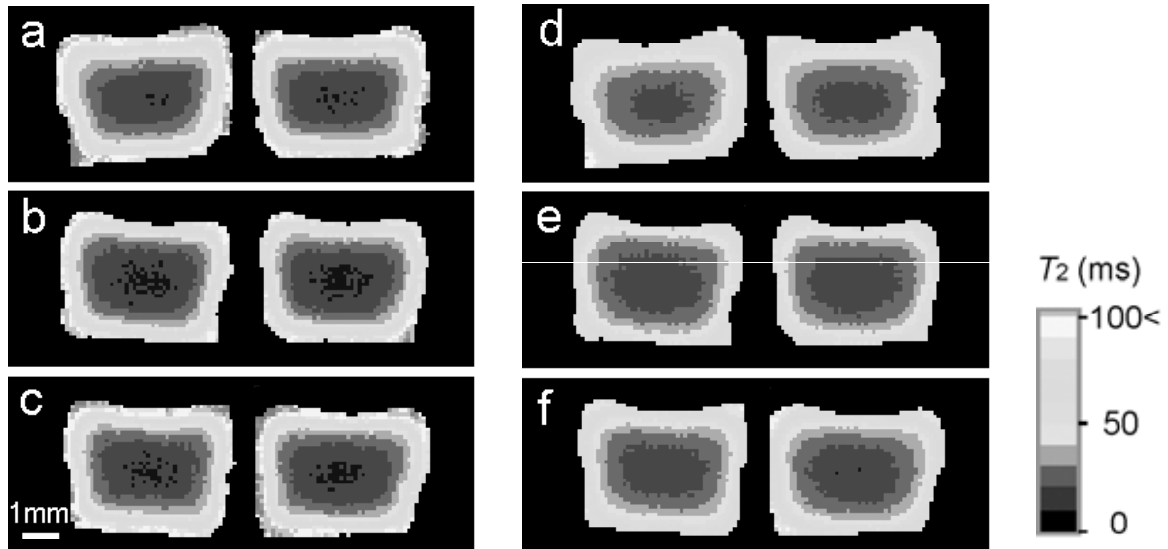


図1 各ゆで麺の T_2 map
 aとd: A 10分ゆで、bとe: N 10分ゆで、cとf: N 12分ゆで
 a ~ c: 10分後 d ~ f: 60分後

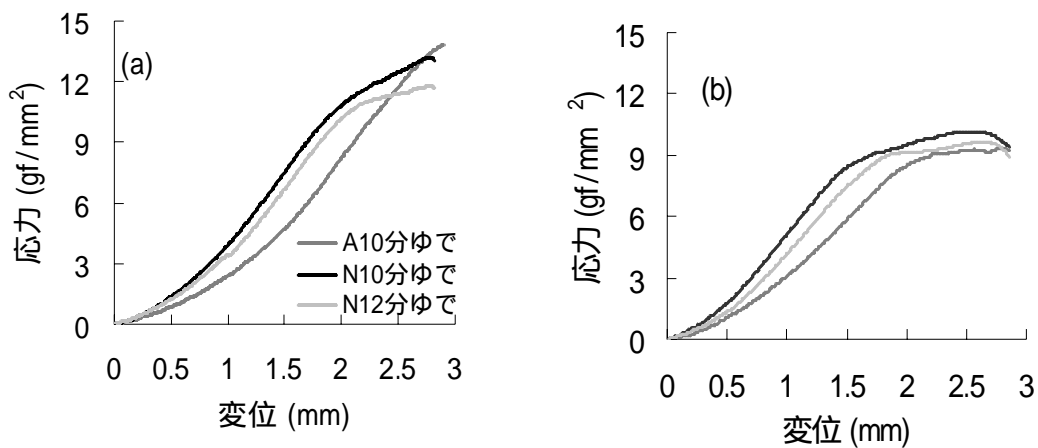


図2 麺の変位応力曲線
 a: 10分後、b: 60分後

3.2 ゆで麺の変位圧縮曲線

各ゆで麺の圧縮試験の結果を図2に示す。ゆで時間10分の麺の、ゆであげ後10分における変位応力曲線を比較すると、Nの麺はAに比べて、変位2.5 mm (圧縮率約80%) 付近まで応力が大きく、固いことが示された。Nは12分ゆでも、Aの10分ゆでよりも、これらの値が大きな値を示した。

応力曲線の初期の傾きは麺表面のかたさと、最大応力は麺全体のかたさと相関があるとされ^{5,6)}。

AとNの10分ゆでの麺を比較すると、麺の厚さの90%まで圧縮した時の最大応力は、ほぼ等しいが、ASWでわずかに高くなってはいたが、官能的な食感は、麺の表面および麺全体としてもNの方が固く感じられた。このことから、麺全体のかたさが、圧縮率が90%よりも小さいところでの、応力の差に関連することが示唆された。

ゆであげ後60分後には、Nの麺、Aの麺ともに圧縮曲線の初期の傾きが増し、麺表面が固くなる一方、最大応力が減少した。麺がぼそつき、腰が

なくなる”ゆでのび”が、変位圧縮曲線からも見て取れる。また、60分経過後においても、NとAの麵における応力の差が保持されていた。

T_2 map と変位応力曲線を比較すると、表面の水分の高い層が厚い麵ほど、初期の傾きが小さく、中心部の水分含量の低い部分の面積が大きいため、変位の増加に伴う応力の増加が大きくなっており、 T_2 map と変位応力曲線の対応が示された。また、麵のゆでのびが、麵表面での水分の減少および中心部の水分による水分の均一化によることが示唆された。このように、 T_2 map により、テクスチャーの視覚化が可能となった。

ゆで水の浸透に対する小麦粉の影響について、小麦粉のタンパク質含量は、AとNではほぼ同等であったことから、主にデンプンの膨潤性に関連

すると考察され、デンプンが膨潤しやすいASWで浸透が速い傾向にあるといえる。

3.3 蛍光顕微鏡による組織観察

蛍光顕微鏡映像では、赤紫色(図3中濃い色)のグルテンと、白色から薄い緑色(同、淡い色)のデンプン粒が明瞭に観察された。デンプンは大粒、小粒に識別され、表面では大粒と小粒とも楕円から円形であった。中心部に向かうにつれ、大粒は扁平になっていった。これは表面に比べて膨潤の度合いが小さいデンプン粒が円盤状であり、それを垂直に切った形で観察しているためであると考えられる。中心部でも小粒は楕円か円形で、表面に比べるとやや小さかった。一方、グルテンはデンプンの隙間を埋め、網目構造を示していた。麵表面部ほどデンプンの占める割合が大き

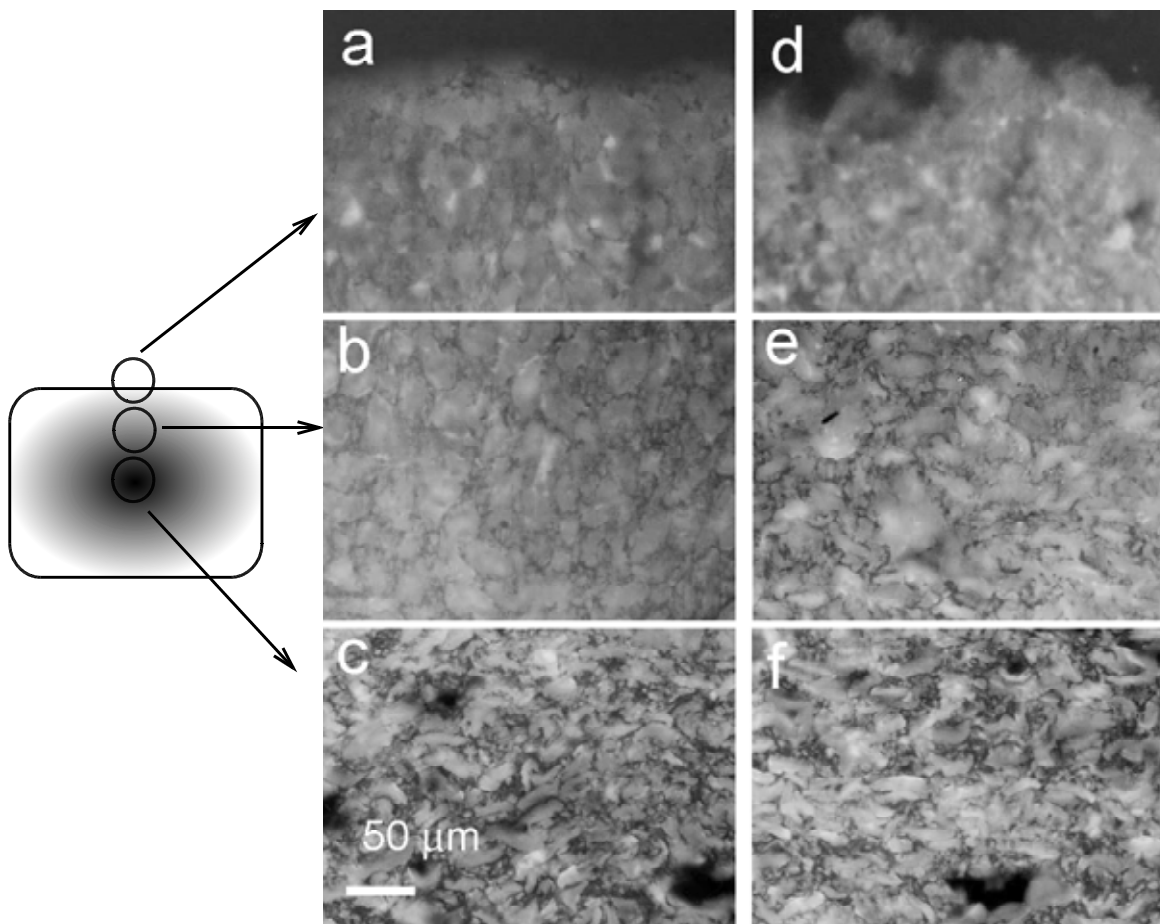


図3 ゆで麵の組織観察結果(×100倍)

a ~ c: Aの麵, d ~ f: Nの麵

上段: 麵表面, 中段: 中間, 下段: 中心

く、グルテンは粗になっていた。

小麦粉の違いによる麺内部のデンプン粒とグルテン構造の差については、麺表面部で顕著であった。表面のグルテンの網目構造が、Nの方が粗く、デンプンが露出し表面の凹凸が見られる部位(図3d)が多く観察されたのに対して、Aではグルテンの網目がしっかりして、表面がなめらかであった(図3a)。一方、中心部でもAはNに比べてグルテンが太く均質である傾向が観察された(図3c, f)。

これらの結果からASWの粉が麺用粉として優れている点として、1)デンプンが水を吸い膨潤しやすいことで、ゆで水が麺内部に浸透しやすく、表面の水分の高い層が厚い、2)グルテンの網目が、表面および中心部においてもしっかりしていることがあげられる。圧縮応力曲線において最大応力がAでNより大きくなる原因として、グルテンの性状の差が考察され、このことが良い食感につながるものと考察される。

一方、農林61号の麺の特徴として、表面の凹凸があることで、つゆのりが良く、独特の食感をもたらす。農林61号の使用に当たり、これらの特徴を活かすことが重要であろう。また、ゆで時間の短縮化や固さの改善に、デンプンが膨潤しやすい、低アミロース小麦のあやひかりの添加が効果的である^{8),9)}。

4. まとめ

ゆで麺のテクスチャーについて、MRIによる水分分布測定に加えて、ゆで麺の蛍光顕微鏡による組織観察を行うことで、より詳細な麺の評価が可能となった。本法により、ASWと農林61号の各麺の特徴を比較した結果、製麺適性の評価が高いASWの麺の特徴として、ゆで水が麺内部に浸透しやすく、表面の水分の高い層が厚い、その一方、グルテンの網目構造が表面および中心部においてもしっかりしているという性質が示された。県産小麦については、ASWを目指した小麦粉のブレンドや、ゆで工程を含む製麺工程の適正化により、食感の改善が期待され、より現場レベルでの本法の活用が望まれる。

謝辞

本研究を進めるに当たり、御助言頂きました埼玉大学工学部機能材料工学科 松岡浩司助教授に深く感謝致します。

参考文献

- 1) (財)製粉振興会編.小麦粉の話:(1993)p33.
- 2) 小島登貴子,堀金明美,永澤明:食品の製造工程管理へのNMRの応用,埼玉県工業技術センター研究報告,3(2001)242-246
- 3) 小島登貴子,堀金明美,吉田充,永澤明:同() ~ MRI法によるゆで過程およびゆであげ後の水分分布の変化の観察~,埼玉県工業技術センター研究報告,4(2002)219-224
- 4) 小島登貴子,堀金明美,吉田充,松田善正,拝師友之,巨瀬勝美,永澤明:同() ~ ゆで麺の観察における高分解能MRIとCompactMRIの比較~,埼玉県産業技術総合センター研究報告1(2003)128-132
- 5) Oh, N. H., Seib, P. A., Deyoe, C. W., Ward, A. B.: Noodles. I. Measuring the textural characteristics of cooked noodles. *Cereal Chem.* **60**(6),(1983)433-438 .
- 6) Oh, N.H. Seib, P. A. Deyoe, C. W., Ward, A. B. : Noodles. II. The surface firmness of cooked noodles from soft and hard wheat flours. *Cereal Chem.* **62** (6)(1985)431-436 .
- 7) Maeda, T., Yamada, M., and Takeya, K., US Patent 0180956 (Sep.25.2003)
- 8) 鈴木敏正,小島登貴子:小麦低アミロース系統による彩の国ブランド麺の開発(第1報),埼玉県工業技術センター研究報告,1(1999)199
- 9) 鈴木敏正,小島登貴子,仲島日出男:同(第2報),埼玉県工業技術センター研究報告,2(2000)241-245